

# EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

INDEXÉ

BR 3368

PUBLICATION NUMBER : 2000054054  
PUBLICATION DATE : 22-02-00

APPLICATION DATE : 30-07-98  
APPLICATION NUMBER : 10215397

APPLICANT : NIPPON LIGHT METAL CO LTD;

INVENTOR : KAMIO HAJIME;

INT.CL. : C22C 21/06 C22F 1/05 // C22F 1/00

TITLE : ALUMINUM-MAGNESIUM-SILICON FORGED PART EXCELLENT IN BRIGHTNESS  
AND ITS PRODUCTION

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an Al-Mg-Si forged part exhibiting high brightness even after the formation of an alumite-treated film.

SOLUTION: This Al-Mg-Si forged part is the one having a compsn. contg. 0.40 to 0.55% Si, 0.45 to 0.85% Mg, 0.10 to 0.20% Cu, 0.03 to 0.07% Mn, 0.01 to 0.05% Ti and 0.0001 to 0.01% B, contg., if necessary 0.01 to 0.05% Cr, and in which the content of Fe is controlled to  $\leq 0.17\%$ . Moreover, in the structure after forging, the particle number of crystallized products is controlled to  $\leq 0.06$  pieces/ $\mu\text{m}^2$ , the particle average area of the crystallized products is controlled to  $\leq 1.50$   $\mu\text{m}^2$ /pieces, and HV $\geq 88$  hardness is imparted thereto. The forged part is produced by executing casting at a cooling rate of  $\geq 5^\circ\text{C}/\text{sec}$ , executing homogenizing treatment at 560 to 580°C for 2 to 6 hr, thereafter executing cooling at a cooling rate of  $\geq 200^\circ\text{C}/\text{h}$  and executing forging at 350 to 560°C. After the forging, by T5 or T6 treatment, required mechanical properties are imparted thereto.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-54054

(P2000-54054A)

(43) 公開日 平成12年2月22日 (2000.2.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
C 2 2 C 21/06		C 2 2 C 21/06	
C 2 2 F 1/05		C 2 2 F 1/05	
// C 2 2 F 1/00	6 0 1	1/00	6 0 1
	6 3 0		6 3 0 K
	6 8 1		6 8 1
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-215397

(22) 出願日 平成10年7月30日 (1998.7.30)

(71) 出願人 000004743

日本軽金属株式会社

東京都品川区東品川二丁目2番20号

(72) 発明者 河合 秀信

静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号

日本軽金属株式会社グループ技術センター  
内

(72) 発明者 柚木 裕嗣

静岡県庵原郡蒲原町蒲原1丁目34番1号

日本軽金属株式会社グループ技術センター  
内

(74) 代理人 100092392

弁理士 小倉 亘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光輝性に優れたAl-Mg-Si系鍛造品及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 アルマイト処理皮膜を形成した後でも高い光沢度を示すAl-Mg-Si系鍛造品を提供する。

【構成】 このAl-Mg-Si系鍛造品は、Si: 0.40~0.55%, Mg: 0.45~0.85%, Cu: 0.10~0.20%, Mn: 0.03~0.07%, Ti: 0.01~0.05%, B: 0.0001~0.01%, 必要に応じCr: 0.01~0.05%を含み、Fe含有量が0.17重量%以下に規制されている。また、鍛造後の組織において晶出物の粒子数が0.06個/ $\mu\text{m}^2$ 以下、晶出物の粒子平均面積が1.50 $\mu\text{m}^2$ /個以下に規制され、好ましくはHV $\geq$ 88の硬さをもっている。冷却速度5℃/秒以上で鋳造し、560~580℃ $\times$ 2~6時間の均質化処理を施した後、200℃/時以上の冷却速度で冷却し、350~560℃で鍛造することにより製造される。鍛造後、T5又はT6処理により、必要な機械特性が付与される。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Si:0.40~0.55重量%, Mg:0.45~0.85重量%, Cu:0.10~0.20重量%, Mn:0.03~0.07重量%, Ti:0.01~0.05重量%, B:0.0001~0.01重量%, 残部が実質的にAlで、Fe含有量が0.17重量%以下に規制された組成をもち、鍛造後の組織において晶出物の粒子数が $0.06$ 個/ $\mu\text{m}^2$ 以下、晶出物の粒子平均面積が $1.50\mu\text{m}^2$ /個以下に規制されている光輝性に優れたAl-Mg-Si系鍛造品。

【請求項2】 更にCr:0.01~0.05重量%を含む請求項1記載のAl-Mg-Si系鍛造品。

【請求項3】 HV $\geq 88$ の硬さをもつ請求項1又は2記載のAl-Mg-Si系鍛造品。

【請求項4】 請求項1又は2記載の組成をもつ溶湯を冷却速度 $5^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上で casting し、得られた鋳塊に $560\sim 580^\circ\text{C}\times 2\sim 6$ 時間の均質化処理を施した後、 $200^\circ\text{C}/\text{時}$ 以上の冷却速度で冷却し、冷却後の鋳塊を $350\sim 560^\circ\text{C}$ で鍛造し、次いでT5熱処理又はT6熱処理を施し、切削加工、バフ研磨、化学研磨する光輝性に優れたAl-Mg-Si系鍛造品の製造方法。

【請求項5】 T5熱処理として、鍛造終了後、 $330^\circ\text{C}$ 以上の温度から直ちに水中に焼入れし、次いで $160\sim 180^\circ\text{C}\times 6\sim 8$ 時間の焼戻し処理を施す請求項4記載のAl-Mg-Si系鍛造品の製造方法。

【請求項6】 T6熱処理として、鍛造終了後、 $520\sim 560^\circ\text{C}\times 2\sim 6$ 時間の溶体化処理を施し、水中に焼き入れた後で $165\sim 185^\circ\text{C}\times 4\sim 12$ 時間の焼戻し処理を施す請求項4記載のAl-Mg-Si系鍛造品の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、アルマイト処理皮膜を形成した後でも優れた光輝性を維持し、高級感のある各種部品として使用されるAl-Mg-Si系鍛造品及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】アルミニウム合金製の一体型ホイール、ホイールディスク、ホイールリム等が熱間鍛造法で製造されている。これらの用途ではA6061が多用されているが、高級感が求められている昨今のニーズに充分対応できていない。その一つに、光輝性がある。アルミニウム鍛造品に光輝性を付与するには、熱処理された鍛造品を切削加工した後、バフ研磨によって鏡面にし、更に化学研磨によって表面を平滑化している。鏡面加工された鍛造品は、通常、耐食性付与のために膜厚 $2\sim 3\mu\text{m}$ 程度のアルマイト処理皮膜を設けている。アルマイト処理皮膜の膜厚が厚いほど、耐食性が良好になる。しかし、膜厚が厚くなるに従って光輝性が悪くなり、商品価値が低下する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】アルマイト処理による光輝性の低下は、アルマイト処理される前の鍛造品の平滑度を上げることによって軽減している。すなわち、アルミニウム表面が平滑であればあるほどアルマイト処理後においても光沢が維持されることを前提として、アルマイト処理に先立って鍛造品を切削加工するときに平滑度を上げ、後続するバフ研磨工程及び化学研磨工程で更に平滑化した後で、アルマイト処理を施している。しかし、切削加工やバフ研磨によっても予期するほどに平滑度が上がらないことがある。また、化学研磨によってもエッチングが平滑に進行せず、得られる平滑度に制約を受けることもある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、基材の硬度を規制して切削加工やバフ研磨による平滑化を促進させ、また晶出物の定量的制御により平滑なエッチング反応を促すことにより、光輝性に優れたアルミニウム鍛造品を提供することを目的とする。本発明のAl-Mg-Si系鍛造品は、その目的を達成するため、Si:0.40~0.55重量%, Mg:0.45~0.85重量%, Cu:0.10~0.20重量%, Mn:0.03~0.07重量%, Ti:0.01~0.05重量%, B:0.0001~0.01重量%, 残部が実質的にAlで、Fe含有量が0.17重量%以下に規制された組成をもち、鍛造後の組織において晶出物の粒子数が $0.06$ 個/ $\mu\text{m}^2$ 以下、晶出物の粒子平均面積が $1.50\mu\text{m}^2$ /個以下に規制されていることを特徴とする。このAl-Mg-Si系鍛造品は、必要に応じてCr:0.01~0.05重量%を含むことができ、好ましくはHV $\geq 88$ の硬さをもっている。

【0005】本発明に従ったAl-Mg-Si系鍛造品は、所定組成のアルミニウム合金溶湯を冷却速度 $5^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上で casting し、得られた鋳塊に $560\sim 580^\circ\text{C}\times 2\sim 6$ 時間の均質化処理を施した後、 $200^\circ\text{C}/\text{時}$ 以上の冷却速度で冷却し、冷却後の鋳塊を $350\sim 560^\circ\text{C}$ で鍛造し、次いでT5熱処理又はT6熱処理を施した後、切削加工、バフ研磨、化学研磨することにより製造される。T5熱処理では、鍛造終了後、 $330^\circ\text{C}$ 以上の温度から直ちに水中に焼入れし、次いで $160\sim 180^\circ\text{C}\times 6\sim 8$ 時間の焼戻し処理を施す。T6熱処理では、鍛造終了後、 $520\sim 560^\circ\text{C}\times 2\sim 6$ 時間の溶体化処理を施し、水中に焼き入れた後で $165\sim 185^\circ\text{C}\times 4\sim 12$ 時間の焼戻し処理を施す。

## 【0006】

【作用】本発明者等は、切削加工やバフ研磨による平滑度の向上がアルミニウム基材の硬さに依存し、エッチングによる平滑化が晶出物の粒子数、サイズに依存していることを多数の調査研究から解明し、基材の硬さ及び晶

出物の粒子数、サイズを規制することによって光輝性が大幅に改善されることを見出した。一般的には、アルミニウム基材が硬ければ硬いほど、切削加工やバフ研磨によって平滑度が出て、製品の光沢度が向上する。また、晶出物の粒子数が少ないほど、化学研磨工程でエッチングが平滑に進行し、光沢度が上昇する。本発明者等による実験結果から、硬さをHV $\geq$ 88、晶出物の粒子数を0.06個/ $\mu\text{m}^2$ 以上、晶出物の粒子平均面積を1.50 $\mu\text{m}^2$ /個以下に規制するとき優れた光輝性が得られるとの定量的な知見を得た。

【0007】一体型ホイール、ホイールディスク、ホイールリム等の用途に使用されるAl-Mg-Si系鍛造品には、216MPa以上の強度、196MPa以上の耐力、15%以上の伸び、膜厚2~3 $\mu\text{m}$ の硫酸アルマイト処理皮膜を形成した後で58%以上の光沢度(60度反射率)をもつことが要求される。これら要求特性が満足されるように、次の点に重きを置いてAl-Mg-Si系合金が合金設計される。機械的特性の改善に有効な合金成分の含有量を可能な限り低く抑え、 casting時に晶出する晶出物の粒子数やサイズを減少させ、かつ分布も均一化すること。

【0008】以下、Al-Mg-Si系合金に含まれる合金成分、含有量、製造条件等を説明する。

Si: 0.40~0.55重量%

時効処理によってMg<sub>2</sub>Siとして析出し、強度及び硬さを向上させる合金成分である。しかし、Si含有量が0.55重量%を超えると、Al-Si-Fe系、Mg<sub>2</sub>Si等の大きな晶出物が casting時に晶出し、光輝性を劣化させる。他方、0.40重量%に満たないSi含有量では、時効処理によっても必要強度が得られない。

Mg: 0.45~0.85重量%

時効処理によってMg<sub>2</sub>Siとして析出し、強度及び硬さを向上させる合金成分である。マトリックスに固溶しているMgは、硬度の向上にも有効である。しかし、Mg含有量が0.85重量%を超えると、 casting時に大きなMg<sub>2</sub>Siが晶出し、光輝性を低下させる。逆に0.45重量%に満たないMg含有量では、時効処理によっても必要強度が得られない。

【0009】Cu: 0.10~0.20重量%

マトリックスに固溶し、Al-Mg-Si系合金の強度及び硬さを向上させる。このような効果は、0.10重量%以上のCu添加で顕著になる。しかし、0.20重量%を超える多量のCuが含まれると、大きなAl-Cu-Mg系化合物が晶出し、光輝性を低下させる。

Mn: 0.03~0.07重量%, Cr: 0.01~0.05重量%

Mnは、鍛造時及び鍛造品を熱処理する際に再結晶粒の粗大化を防止する作用を呈する。Mn添加によって再結晶粒が微細で均一化されているため、化学研磨工程でエッチングが均一に進行し、ムラのない光輝性を製品に付

与する。このような効果は、0.03重量%以上のMnで顕著になる。任意成分として添加されるCrも、Mnと同様な作用を呈し、0.01重量%以上で添加効果が顕著になる。しかし、0.07重量%を超えるMn含有量や0.05重量%を超えるCr含有量では、Al-Fe-Si-Mn系、Al-Fe-Cr-Mn系等の化合物が大きな晶出物となって casting時に晶出するため、光輝性が低下する。他方、0.03重量%未満のMnや0.01重量%未満のCrでは、鍛造時や熱処理時に再結晶粒が粗大化し、ムラのある光沢度をもつ表面となる。

【0010】Ti: 0.01~0.05重量%, B: 0.0001~0.01重量%

結晶粒微細化剤として添加される合金成分であり、 casting組織の結晶粒を微細化することにより晶出物を小さくし、且つ全体に晶出物が均一分散するため、光輝性が向上する。しかし、0.05重量%を超えるTi含有量や0.01重量%を超えるB含有量では、Al-Ti系化合物、Ti-B系化合物等が大きな晶出物となって晶出し、光輝性を低下させる。

Fe: 0.17重量%以下

不純物として含まれる成分であり、少ないほど好ましい。しかし、地金の配合時、必然的に混入する元素である。Fe含有量が0.17重量%を超えると、 casting時にAl-Fe-Si系化合物が大きな晶出物となって晶出する傾向が強くなり、光輝性に悪影響を及ぼす。しかし、Fe含有量を抑えるためには純度の良いアルミニウム地金を使う必要があり、結果として鍛造製品のコストを上昇させる原因になる。そこで、本発明においては、光輝性に悪影響を及ぼさないことを前提として、Feの許容量を上限0.17重量%に設定した。Fe以外の不純物元素についても、晶出物を減少させるために少ないほど好ましい。

【0011】 casting: 冷却速度5℃/秒以上

以上のように成分調整されたAl-Mg-Si系合金を溶製した後、 casting品に異物が混入しないように溶湯を十分に脱ガス、脱滓処理を施す。 casting時の溶湯冷却速度は、5℃/秒以上に設定される。5℃/秒以上の冷却速度は、水冷金型 casting、DC casting等によって達成される。冷却速度が速いほど凝固速度も速くなり、結晶粒が微細化された casting組織になり、デンドライトアームスパーシングも小さくなる。デンドライトアームスパーシングの微細化は、デンドライトとデンドライトの間に晶出する晶出物を小さくすると共に、晶出物の分布を全体に渡って均一化させる原因となる。そのため、後の化学研磨工程でエッチングが均一に進行し、光輝性を向上させることになる。また、冷却速度が速いので、マトリックスに固溶される合金成分が多くなり、晶出物となる割合が減少するため、これによっても光輝性が向上する。これに対し、冷却速度が5℃/秒を下回ると、デンドライトアームが大きく成長し、デンドライトアームの粒界に大き

な晶出物が晶出する。そのため、化学研磨工程でエッチング反応が不均一に進行し、光沢にムラのある表面状態が発現する。

【0012】均質化処理：560～580℃×2～6時間→200℃/時以上の冷却速度

得られた鋳塊は、多数の晶出物が分散した鋳造組織になっている。そこで、晶出物をマトリックスに溶け込ませて極力少なく且つ微細化するため、鋳塊を均質化処理する。均質化処理による効果は、加熱温度560℃以上、加熱時間2時間以上で顕著になる。晶出物が少なく微細であるほど化学研磨工程でエッチングが均一になり光輝性が向上することからは、可能な限り高温・長時間の均質化処理が好ましい。しかし、過度の高温雰囲気によりAl-Mg-Si系合金を長時間曝すと、材料が部分的に溶け、或いはエネルギーの多量消費に起因して製造コストが上昇する。このようなことから、均質化処理の上限温度及び最長加熱時間がそれぞれ580℃、6時間に設定される。均質化処理されたAl-Mg-Si系合金は、固溶した溶質が再び析出しないよう急速に冷却される。このときの冷却速度は、200℃/時以上に設定される。200℃/時以上の冷却速度は、強制空冷によって達成される。

【0013】鍛造：350～560℃

均質化処理されたAl-Mg-Si系合金を熱間鍛造すると、靱性に富んだ成形品が得られる。熱間鍛造により材料が十分に塑性変形するため、均質化処理で微細化した鋳造時の晶出物が分断され更に微細化され、晶出物の分布も均一化する。その結果、化学研磨工程でエッチング反応が均一に進行し、光輝性を向上させる。また、晶出物が微細に均一分散するため、靱性や伸びも確保される。鍛造に際しては、材料の塑性変形を容易にするため350～560℃に鋳塊を加熱する。鍛造金型も、鋳塊の冷却を防止するため150～250℃に予熱される。鍛造条件は、後の熱処理を考慮して鍛造終了時の素材温度が330℃以上となるように設定される。

【0014】T5熱処理又はT6熱処理

鍛造品に強度、伸び、硬さを付与するため、鍛造終了後にT5処理又は溶体化処理を伴うT6熱処理が施される。溶体化処理は、Mg、Si、Cu等を十分マトリックスに固溶させるために、温度520℃以上、2時間以上に加熱条件が設定される。しかし、560℃を超え、或いは6時間を超える加熱では、熱エネルギーを過剰に消費するばかりか、部分的な溶解を引き起こす虞もある。本発明が対象とする用途では強度216MPa以上、耐力196MPa以上、伸び15%以上、硬さ(HV5kg)88以上が要求されることから、要求特性を満足する熱処理が選択される。靱性の向上にはT5熱処理よりもT6熱処理の方が有利であるが、T6熱処理ではコストが高くなる。そこで、T5熱処理でも良い設計値の場合には、T5熱処理を採用する。

【0015】T5熱処理では、鍛造終了後直ちに焼入れするため、鍛造終了後の素材温度が330℃以上でないとマトリックスに固溶している合金成分が析出し、たとえばMg<sub>2</sub>Si等になるため、その後の焼戻しで得られる強度上昇が少なくなる。従って、T5熱処理を施す場合には、鍛造終了後、330℃以上の高温になっている素材を直ちに熱処理することが好ましい。T5熱処理及びT6熱処理の何れにおいても、330℃以上又は520～560℃に加熱された素材が水焼入れされる。焼入れ用の水は、連続して使用されると温度上昇し、焼入れ効果が軽減する。十分な焼入れ効果を得るためには、水流の調節や冷却装置により水温を20～40℃に維持することが好ましい。焼入れ後、焼戻し処理によってMg<sub>2</sub>Siを析出させ、強度を確保する。T5処理では160～180℃×6～8時間で焼き戻し、T6処理では165～185℃×4～12時間で焼き戻す。何れの場合も、加熱条件が上限値を超えると経済的でなく、却って強度が低下することもある。他方、下限値を下回る加熱条件では、Mg<sub>2</sub>Siの析出が不足し、十分な強度が得られない。

【0016】切削加工

熱処理された鍛造品は、必要箇所が切削加工される。このとき、光輝性が要求される表面については、切削加工によって平滑化される。切削加工による平滑化を考慮したとき、素材の硬さはHV(5kg)≥88が必要である。硬さがHV(5kg)≥88の場合、切削加工によって表面粗さR<sub>a</sub>≤2μmの平滑な表面が得られ、膜厚2～3μmのアルマイト処理皮膜を設けたときの光沢度が58%以上となる。

【0017】バフ研磨

切削加工された製品は、更に表面を平滑にするためバフ研磨される。HV(5kg)≥88の硬さは、バフ研磨時においても有効に働き、研磨後の表面粗さをR<sub>a</sub>≤0.1μmとなる。

化学研磨

バフ研磨された製品は、光輝性が要求される表面を得るため、更に化学研磨される。化学研磨工程では、たとえばリン酸-硝酸系、リン酸-硫酸-硝酸系、リン酸-硫酸系等のエッチング液が使用され、表面粗さR<sub>a</sub>≤0.04μmの極めて平滑な表面に仕上げられる。エッチングにより得られる平滑度は、本発明者等の調査研究によると、晶出物の粒子数、サイズ、分布に大きく影響されることが判った。定量的には、粒子平均面積が1.50μm<sup>2</sup>/個以下の晶出物粒子が0.06個/μm<sup>2</sup>以下の割合で均一分散していると、膜厚2～3μmのアルマイト処理皮膜を設けた後でも光沢度が58%以上となり、要求特性を十分に満足する製品になる。これに対し、晶出物の粒子数が0.06個/μm<sup>2</sup>を超えると、エッチングの起点が多くなり過ぎ、その部分が平滑度の上昇を妨げ、結果として光沢度を低下させる。また、晶

出物の粒子平均面積が $1.50\mu\text{m}^2$ ／個を超えると、エッチング部が大きなディンプルとなって平滑度の上昇を妨げ、光沢度を低下させる。高い光沢度を得る上では、再結晶粒の粒径も小さいほど好ましい。Cr、Mn等の添加によって再結晶粒が微細化されるが、好ましくは再結晶粒の平均粒径が $30\mu\text{m}$ 以下となるようにCr、Mn等の合金成分添加量が定められる。

【0018】化学研磨後、優れた光沢表面をもつ製品は、硫酸アルマイト処理液等を用いたアルマイト処理によって耐食性が付与される。アルマイト処理では、耐食性に有効な膜厚 $2\sim3\mu\text{m}$ のアルマイト処理皮膜が製品表面に形成されるが、皮膜形成に伴って光沢度が若干低

下する。しかし、以上に説明したようにAl-Mg-Si系合金の組成や製造条件を調整することによって、アルマイト処理後においても58%以上の光沢度が維持され、光輝性用途に要求される特性を十分に満足した製品となる。

【0019】

【実施例】各種合金成分を配合した溶湯に脱ガス処理、微細化処理、脱滓処理を施し、直径 $273\text{mm}$ 、長さ $1500\text{mm}$ の鋳塊にDC鋳造した。なお、DC鋳造では、冷却速度を約 $10^\circ\text{C}/\text{秒}$ に設定した。得られた鋳塊の分析結果を、比較例と併せて表1に示す。

【0020】

表1：実施例で使用了各種Al-Mg-Si系合金

試験 番号	合金成分及び含有量 (重量%)								備考
	Si	Mg	Cu	Mn	Cr	Ti	B	Fe	
1	0.46	0.74	0.16	0.05	0.01	0.02	0.003	0.13	本 発 明 例
2	0.40	0.45	0.11	0.03	0.01	0.02	0.003	0.15	
3	0.47	0.80	0.15	0.03	0.02	0.02	0.003	0.16	
4	0.55	0.71	0.10	0.05	0.01	0.02	0.003	0.14	
5	0.55	0.68	0.20	0.03	0.04	0.02	0.003	0.13	
6	0.53	0.58	0.13	0.07	0.01	0.02	0.003	0.14	
7	0.31	0.40	0.02	0.02	0.01	0.02	0.003	0.18	比 較 例
8	0.59	0.91	0.26	0.01	0.09	0.02	0.003	0.19	
9	0.47	0.75	0.28	0.19	0.08	0.02	0.003	0.14	

下線は、本発明で規定した範囲を外れることを示す。

【0021】各鋳塊に $570^\circ\text{C}\times 4$ 時間の均質化処理を施した後、冷却速度約 $300^\circ\text{C}/\text{時}$ で強制空冷した。冷却された鋳塊から直径 $50\text{mm}$ 、厚み $50\text{mm}$ のブロックを切り出し、 $500^\circ\text{C}$ に加熱し、次いで $200^\circ\text{C}$ に予熱された金型を用い据込み率60%で熱間鍛造した。鍛造終了時点で、鍛造品の温度は $430^\circ\text{C}$ であった。鍛造後、直ちに $30^\circ\text{C}$ の水中に焼き入れ、 $175^\circ\text{C}\times 7$ 時間に焼き戻すT5熱処理を施した。T5熱処理された製品の表面を $2\text{mm}$ 厚さ切削加工した。切削加工された表面の表面粗さは、 $R_a\approx 1.5\mu\text{m}$ であった。切削加工後にバフ研磨したところ、表面粗さ $R_a\approx 0.071\mu\text{m}$ にまで平滑度が向上した。

【0022】バフ研磨された各試料について、硬度を測定するとともに、試料表面を顕微鏡観察し、観察結果を画像処理することにより晶出物の粒子数、粒子平均面積を求めた。バフ研磨された各試料をリン酸-硝酸系の溶液に浸漬し、 $95\sim 110^\circ\text{C}\times 60$ 秒で化学研磨した。化学研磨された各試料を $20^\circ\text{C}$ の硫酸電解液に浸漬し、電流密度 $1.2\text{A}/\text{dm}^2$ 、目標膜厚 $3.0\mu\text{m}$ の条件下でアルマイト処理した。アルマイト処理前後の各試料について、デジタル変角光沢計を用い、JISZ874

1に準拠して共に $60^\circ$ の入射角、受光角で表面光沢度を測定した。測定結果を、硬さ、晶出物の粒子数、サイズと併せて表2に示す。

【0023】表2にみられるように、本発明に従った試験番号1～5では、何れも硬さがHV(5kg)88以上、晶出物の粒子数が $0.06$ 個/ $\mu\text{m}^2$ 以下、晶出物の平均粒子面積が $1.50\mu\text{m}^2$ ／個以下になっており、膜厚 $3\mu\text{m}$ のアルマイト処理皮膜を設けた後でも58%を超える高い光沢度が示された。また、T5熱処理材は、強度 $265\sim 294\text{MPa}$ 、耐力 $226\sim 265\text{MPa}$ 、伸び $16\sim 19\%$ をもち、機械的性質も要求特性を満足していた。

【0024】他方、比較例の試験番号7～9では、アルマイト処理後の光沢度が55%にも達しない低い値を示し、高級感に欠ける表面状態であった。各試験番号7～9で光沢度が低くなった理由は、次のように推察される。試験番号7では、晶出物の粒子数が少ないにも拘わらず、1個当りの粒子平均面積が大きい。大きな晶出物は、Si、Mg量が少ないのに拘わらずFe量が多いため、大きなAl-Fe-Si系晶出物が発生し、結果として化学研磨後にディンプルを大きくし、光沢度を低下

させたものと考えられる。また、Si、Mg、Cuの含有量が少ないためマトリックスの硬さがHV=82と低く、切削加工及びバフ研磨によっても試料表面が平滑化されなかったことも、低い光沢度の一因と考えられる。試験番号8では、比較的多量のSi、Mg、Cuを含むため硬さは確保されている。しかし、Fe、Cr量も多いために大きなAl-Fe-Si系やAl-Fe-Cr-Mn系の晶出物が晶出し、化学研磨工程で大きなディンプルが生じ、結果として光沢度を悪化させたものと考え

えられる。試験番号9では、Cu量が多いことから硬さは向上しているものの、Mn、Crが多いため晶出物の粒子数が多くなっている。そのため、Al-Fe-Cr-Mn系晶出物はサイズが小さいものの多数晶出することから、化学研磨工程で不均一エッチングが進行する原因となり、結果として光沢度が悪化したものと考えられる。

【0025】

表2：光沢度に及ぼす硬さ、晶出物の影響

試験番号	Hv硬度 (5kg)	晶出物の粒子数 個/ $\mu\text{m}^2$	晶出物の粒子平均面積 $\mu\text{m}^2$ /個	光沢度 %		備考
				化学研磨後	アルマイト後	
1	91	0.0283	1.29	78.3	61.9	本発明例
2	89	0.0223	1.36	75.6	60.3	
3	91	0.0298	1.13	77.1	61.1	
4	89	0.0332	1.05	74.6	58.8	
5	92	0.0486	0.69	76.3	59.3	
6	90	0.0520	0.87	75.5	60.8	
7	82	0.0181	2.15	70.6	51.4	比較例
8	92	0.0304	1.72	69.8	53.5	
9	93	0.1939	0.37	73.3	54.2	

【0026】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明のAl-Mg-Si系鍛造品は、合金成分及び含有量を適正に調整し、硬さ、マトリックスに晶出する晶出物の粒子数、粒子平均面積等をコントロールしている。これにより、切削加工、バフ研磨、化学研磨工程を経て十分に高い平

滑度をもつ表面が得られ、その表面上にアルマイト処理皮膜を設けた後でも58%以上の光沢度を呈する光輝性に優れた製品となる。しかも、T5熱処理、T6熱処理等によって必要な硬さ及び機械的性質が付与されるため、高級感に富む材料として各種ホイール部材を始め広範な分野で使用される。

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
C22F 1/00

識別記号

682  
683  
691

FI

C22F 1/00

682

683

691B

691C

692A

694B

テマート(参考)

(72) 発明者 神尾 一

東京都品川区東品川二丁目2番20号 日本  
軽金属株式会社内